



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 30 045 A1 2004.02.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 30 045.3  
(22) Anmeldetag: 04.07.2002  
(43) Offenlegungstag: 05.02.2004

(51) Int. Cl. 7: H01M 8/24  
H01M 8/02

(71) Anmelder:  
Forschungszentrum Jülich GmbH, 52428 Jülich,  
DE

(72) Erfinder:  
Bewer, Thomas, 52068 Aachen, DE; Dohle,  
Hendrik, Dr., 52224 Stolberg, DE; Jung, Rita, 52223  
Stolberg, DE

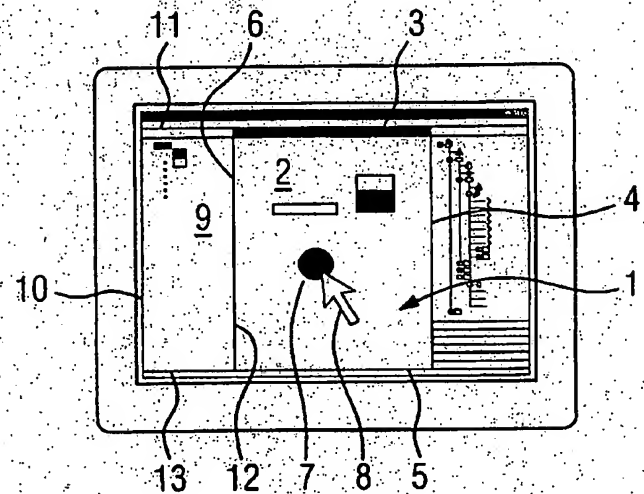
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel, mit einer ersten, einer letzten und wenigstens einer mittleren, in Serie geschalteten Brennstoffzelle, die jeweils eine Verteilerstruktur zur Verteilung eines Betriebsmittels aufweisen. Erfindungsgemäß weisen die erste und die letzte Brennstoffzelle eine Verteilerstruktur auf, die im Betrieb des Brennstoffzellenstapels jeweils einen Volumenstrom an Betriebsmittel zulassen, der um wenigstens 30% von dem der mittleren Brennstoffzelle abweicht.

Damit wird es vorteilhaft möglich, dass während des Betriebs des Brennstoffzellenstapels nahezu eine Temperaturgleichverteilung innerhalb des gesamten Stapels erzielt wird. Dies hat vorteilhaft eine nahezu einheitliche Stromdichteverteilung und damit regelmäßig eine Leistungssteigerung des gesamten Brennstoffzellenstapels zur Folge. Bei Verwendung von vorgewärmten Betriebsmitteln, insbesondere von vorgewärmtem Edukt, strömt dabei durch die erste und letzte Zelle in der Regel deutlich mehr Betriebsmittel als durch die mittleren Zellen.



## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel, insbesondere einen Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel.

### Stand der Technik

[0002] Brennstoffzellen wandeln chemische Energie in elektrische Energie um, ohne dabei nennenswerte Emissionen zu erzeugen. Verschiedene Brennstoffzellentypen sind bekannt, so beispielsweise die Hochtemperatur-Brennstoffzellen (Solid-Oxide-Fuel-Cell = SOFC) oder auch die Niedertemperatur-Brennstoffzellen, z. B. die Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM) Brennstoffzelle.

[0003] Eine einzelne Brennstoffzelle weist in der Regel eine Kathode, eine Anode sowie einen dazwischen befindlichen Elektrolyten, beispielsweise in Form einer ionenleitfähigen Membran auf. Der Kathode wird ein Oxidationsmittel, beispielsweise Sauerstoff oder Luft und der Anode wird ein Brennstoff, beispielsweise Wasserstoff zugeführt. Während ein direkter Kontakt zwischen dem Oxidationsmittel und dem Brennstoff innerhalb der Brennstoffzelle verhindert wird, wird ein Ionen-transport durch die Membran zugelassen. Der Wasserstoff wird an der Anode unter Produktion von Protonen oxidiert. Die Protonen wandern durch die Membran zur Kathode, wo sie mit dem Oxidationsmittel zu Wasser reagieren. Die gesamte elektrochemische Reaktion ist spontan und liefert Strom.

[0004] Mehrere Brennstoffzellen werden in der Regel zur Erzielung großer elektrischer Leistungen durch verbindende Elemente, sogenannte bipolare Platten, elektrisch und mechanisch miteinander verbunden. Mit diesen bipolaren Platten entstehen so gestapelte, elektrisch in Serie geschaltete Brennstoffzellen, die auch Brennstoffzellenstapel genannt werden.

[0005] Die beiden Hauptelemente in einer Brennstoffzelle sind zum einen die Membran-Elektrolyt-Einheit (MEA) und zum anderen die Betriebsmittelverteilereinheiten (bipolare Platten). Diese Betriebsmittelverteilereinheiten, die auch gleichzeitig die Kontaktierung zwischen den Brennstoffzellen sicherstellen, bestehen in der Regel aus Graphit oder Metall. Sie weisen regelmäßig eine Vielzahl von Kanälen auf, die die Betriebsstoffe im Idealfall gleichmäßig über die MEA verteilen sollen und eine Abführung des gebildeten Produktionswassers ermöglicht.

[0006] In einem Brennstoffzellenstapel nach dem Stand der Technik sind Niedertemperatur-Brennstoffzellen identischer Bauweise in Reihe geschaltet. Ein entscheidender Faktor für eine hohe Leistungsdichte ist eine gleichmäßige Stromdichte- und Temperaturverteilung auf den Einzelzellen des Brennstoffzellenstapels. Die Stromdichteverteilung wird entscheidend

durch die Gleichverteilung der Edukte (z. B. Wasserstoff, Methanol, Luft, Reformat) auf die Einzelzellen des Stapels beeinflusst. Die Gleichverteilung der Edukte wird dabei hauptsächlich durch die über die Einzelzellen abfallenden Druckverluste bestimmt. Diese werden wiederum durch die Verteilerstrukturen beeinflusst.

[0007] In einem gemäß dem Stand der Technik aufgebauten Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel tritt regelmäßig eine Ungleichverteilung der Edukte auf die Einzelzellen auf. Dies führt aufgrund der dabei auftretenden ungleichen Temperaturverteilung nachteilig zu einer ungleichmäßigen Stromdichte, insbesondere bei der ersten und letzten Brennstoffzelle in einem Stapel.

### Aufgabe und Lösung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel bzw. ein Verfahren zum Betreiben desselben mit einer gegenüber dem Stand der Technik verbesserten Stromdichte- und Temperaturverteilung zu schaffen.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch einen Brennstoffzellenstapel mit allen Merkmalen des Hauptanspruchs sowie durch ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Brennstoffzellenstapels gemäß Nebenanspruch. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den jeweils darauf rückbezogenen Ansprüchen.

### Gegenstand der Erfindung

[0010] Der Gegenstand der Erfindung ist ein Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel (stack), mit einer ersten, einer letzten und wenigstens einer mittleren in Serie geschalteten Brennstoffzelle. Die einzelnen Brennstoffzellen weisen jeweils eine Verteilerstruktur zur Verteilung eines Betriebsmittels auf. Die erste und die letzte Brennstoffzelle des Brennstoffzellenstapels weisen jedoch in Abweichung zum Stand der Technik eine Verteilerstruktur auf, die im Betrieb des Brennstoffzellenstapels jeweils einen Volumenstrom an Betriebsmittel zulassen, der um wenigstens 30 % von dem der mittleren Brennstoffzelle abweicht. Vorteilhaft weist ein solcher Brennstoffzellenstapel wenigstens fünf mittlere Brennstoffzellen auf, die zusätzlich in einer besonderen Ausgestaltung jeweils alle eine identische Verteilerstruktur aufweisen.

[0011] Die erfindungsgemäße Anordnung löst regelmäßig das Problem der ungleichen Stromdichteverteilung über den Brennstoffzellenstapel. Im Gegensatz zum Stand der Technik sind einzelne Zellen des Brennstoffzellenstapels mit einer von der "Normalbauweise" der Zellen abweichenden Verteilerstruktur versehen. Üblicherweise werden alle Zellen eines Brennstoffzellenstapels in identischer Bauweise gefertigt. Die erfindungsgemäße Anordnung verändert den über die Zellen abfallenden Druckverlust und damit auch die Eduktverteilung auf die Einzelzel-

len des Brennstoffzellenstapels, da die Strömungsverteilung im Verteilerrohr des Brennstoffzellenstapels verändert wird. Dadurch lässt sich die Eduktmengenstromverteilung auf die Einzelzellen gezielt steuern. Dies bewirkt, dass Ungleichmäßigkeiten in der Stoffmengen- und Temperaturverteilung und damit der Stromdichteverteilung regelmäßig beseitigt werden können.

[0012] So kann beispielsweise bei Einsatz von vorgewärmten Betriebsmitteln durch einen erhöhten Volumenstrom und dem damit verbundenen höheren Enthalpiestrom, durch die erste und letzte Zelle des Stapels, die dort aufgrund der Abstrahlung nach außen hin auftretenden niedrigeren Temperaturen ausgeglichen werden. Der erhöhte Enthalpiestrom wird dabei durch einen geringeren Druckabfall über diese Zellen hervorgerufen.

[0013] Bei nicht vorgewärmten, kalten Betriebsmitteln wird der Volumenstrom durch die erste und letzte Zelle regelmäßig entsprechend kleiner eingestellt, als der Volumenstrom, der regelmäßig für die mittleren Zellen vorgesehen ist.

[0014] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weisen die erste und die letzte Brennstoffzelle eine andere Verteilerstruktur auf, als eine Mittelzelle. Diese andere Verteilerstruktur lässt während des Betriebs des Brennstoffzellenstapels jeweils einen Volumenstrom an Betriebsmittel zu, der um wenigstens 50 % von dem der mittleren Brennstoffzelle abweicht, insbesondere um 50 % höher ist, als der der mittleren Brennstoffzellen. Aus bautechnischen Gründen wird vorteilhaft für die erste und letzte Zelle eine identische Bauweise der Verteilerstruktur gewählt, um die Zahl an unterschiedlichen Zellen innerhalb eines Brennstoffzellenstapels möglichst gering zu halten.

[0015] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben des vorgenannten Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapels, zeichnet sich dadurch aus, dass während des Betriebs durch die erste und letzte Brennstoffzelle des Stapels ein um wenigstens 30 % unterschiedlicher Volumenstrom an Betriebsmittel strömt, verglichen mit dem, der durch die mittleren Brennstoffzellen strömt. Daraus ergeben sich für die erste und die letzte Zelle des Stapels im Vergleich zu den mittleren Zellen unterschiedliche Druckabfälle, die wiederum zu unterschiedlichen Enthalpieströmen führen. Durch diese unterschiedlichen Enthalpieströme werden entstehende Temperaturgradienten, die sich sonst aufgrund der Abstrahlung besonders der außenliegenden Zellen eines Stacks ergeben, regelmäßig kompensiert.

[0016] Vorteilhaft wird dabei ein um wenigstens 50 % unterschiedlicher Volumenstrom für die erste und letzte Zelle eingestellt, der je nach Betriebsbedingungen entweder um 50 % geringer oder auch um 50 % größer ist, als der, der für die mittleren Zellen vorgesehen ist.

[0017] Da in der Regel an der ersten und letzten Zelle eines Stapels im Betrieb eine geringere Tempe-

ratur anliegt, wird bei Einsatz eines vorgewärmten Betriebsmittels vorteilhaft ein höherer Volumenstrom durch diese Zellen geleitet. Dieser kann auch um mehr als 50 % höher ausfallen, als der, der durch die mittleren Zellen geleitet wird.

[0018] Für die Erfindung ist insbesondere der Volumenstrom der Edukte bedeutsam, so dass eine vorteilhafte Ausführung der Erfindung besonders auf eine Brennstoffzelle abzielt, die einen abweichenden Volumenstrom der Edukte für die erste und letzte Zelle eines Brennstoffzellenstapels zulässt.

### Patentansprüche

1. Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel mit einer ersten, einer letzten und wenigstens einer mittleren in Serie geschalteten Brennstoffzelle, die jeweils eine Verteilerstruktur zur Verteilung eines Betriebsmittels aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verteilerstruktur der ersten und der letzten Brennstoffzelle jeweils einen Volumenstrom an Betriebsmittel zulassen, der um wenigstens 30 % von dem der mittleren Brennstoffzelle abweicht.

2. Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel nach vorhergehendem Anspruch 1 mit wenigstens fünf mittleren Brennstoffzellen.

3. Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel vorhergehendem Anspruch 2, bei dem alle mittleren Brennstoffzellen eine identische Verteilerstruktur aufweisen.

4. Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, bei dem die erste und die letzte Brennstoffzelle eine Verteilerstruktur aufweisen, die im Betrieb des Brennstoffzellenstapels jeweils einen Volumenstrom an Betriebsmittel zulassen, der um wenigstens 50 % von dem der mittleren Brennstoffzelle abweicht.

5. Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, bei dem die erste und die letzte Brennstoffzelle eine Verteilerstruktur aufweisen, die im Betrieb des Brennstoffzellenstapels jeweils einen um wenigstens 50 % größeren Volumenstrom an Betriebsmittel zulassen, verglichen mit dem der mittleren Brennstoffzellen.

6. Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, bei dem die erste und die letzte Brennstoffzelle eine identische Verteilerstruktur aufweisen.

7. Verfahren zum Betreiben eines Niedertemperatur-Brennstoffzellenstapels nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, bei dem während des Betriebs durch die erste und letzte Brennstoffzelle des Stapels ein um wenigstens 30 % unterschiedlicher Volumenstrom an Betriebsmittel, insbesondere

an Edukt strömt, verglichen mit dem, der durch die mittleren Brennstoffzellen strömt.

8. Verfahren nach vorhergehendem Anspruch 7, bei dem durch die erste und letzte Brennstoffzelle des Stapels ein um wenigstens 50 % unterschiedlicher Volumenstrom an Edukt strömt.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 8, bei dem durch die erste und letzte Brennstoffzelle des Stapels ein um wenigstens 50 % höherer Volumenstrom an vorgewärmten Edukt strömt, verglichen mit den mittleren Brennstoffzellen.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen